

ソテツ葉ならびにサイカシン投与山羊における
第一胃内容物内の揮発性脂肪酸の
動態に関する研究

長野慶一郎・中原清一郎

(家畜生理学教室)

平成元年8月10日 受理

Studies on the Fluctuation of Volatile Fatty Acids in the
Rumen-Contents of Goats administered
Cycas revoluta Thunb. or Cycasin

Keiichiro NAGANO and Seiitiro NAKAHARA

(Laboratory of Veterinary Physiology)

緒 言

反芻動物は、正常な飼育管理下においては、ソテツ葉に対して、嗜好性を示さない。1978年に、沖縄県下で発生した牛の後軀運動障害を主徴とする“牛の腰フラ病”が報告¹²⁾されて以来、その原因について、疫学的調査、生物化学的および病理学的研究がなされ^{1-3, 12, 20, 21)}、ソテツ葉 (*Cycas revoluta* Thunb.) が主因であることが明らかとなった。これらの結果は、ソテツの属の相違はあるが、オーストリアをはじめ、プエルトリコ、ドミニカ共和国など、諸外国における報告と一致した成績を示している^{4-8, 10)}。しかしながら、ソテツ葉摂取が消化作用に及ぼす影響についての報告はない。そこで、この点を解明するために、実験的に山羊にソテツ葉を経口的に投与した。その結果、第一胃内の炭水化物代謝に対し、抑制的影響を与えることを、揮発性脂肪酸 (以下、VFAs と略する) の動態を指標にして明らかにした。臨床的に中毒症状を呈した例では、第一胃内容物の pH と VFAs 総濃度との相関係数の低下ないし消失を認めた¹⁴⁾。

本研究は、山羊に rumen fistula を装着し、ソテツ葉あるいは、ソテツの有毒配糖体サイカシン (cycasin)^{11, 15, 16)} を、fistula を介して直接第一胃内に投与して前報に引き続き、第一胃内炭水化物代謝機構に及ぼす影響を検討した。第一胃内容物の採取は、fistula から行い、VFAs の動態を gas chromatogra-

phy によって追跡すると共に、併せて臨床的観察、血液学的と血液生化的変動及び病理解剖学的検査について行った。

材料と方法

1. 供試山羊

谷山源司牧場 (鹿児島市) から導入したザーネン系雑種の雌、成山羊3頭 (No. 1~No. 3) を本学農学部附属農場動物飼育棟に繋養し実験に供した。導入時の体重は、No. 1が32.0kg, No. 2が26.9kg, No. 3が22.0kgであった。

2. 飼料

ハイキューブ (全酪連)、ビートパルプ (全酪連) ならびに肉用牛繁殖用配合飼料 (南日本くみあい飼料) を、それぞれ体重1kgあたり12.0g (12.0g/kg B. W.) ずつ混合し、9時および16時の一日2回給飼した。しかし、ソテツ葉あるいはサイカシン投与後は、食欲の状態により若干給与量を調節した。なお、ハイキューブとビートパルプは、あらかじめ少量の水に浸漬して給与した。飲水は自由とした。

3. fistula 装着

導入15日後に、小 rumen fistel 装着法⁹⁾によって行った。術後はそれぞれ単独のケージに収容して飼育した。

4. ソテツ葉ならびにサイカシン投与方法

No. 1をソテツ葉投与例、No. 2をサイカシン投与例、No. 3を対照例とした。なお、No. 3については、

対照実験終了後（術後130日以降）、サイカシン投与例（No. 4）として用いた。ソテツ葉ならびにサイカシンの投与は、術創面が治癒して fistula の装着が安定し、動物の状態が術前に復したことを確認できた術後45日から開始した。ソテツ葉あるいはサイカシンの投与量と方法は、次項に述べる。

(1) ソテツ葉投与例 (No. 1)

本学構内に栽植されているソテツから、投与直前に比較的若い葉を採取、直ちに長さ0.5~1.0cmに裁断し、投与当初の10日間は、飼料に十分混和して給与した。投与開始後5日目から残餌が出はじめたので、10日目以降は fistula から直接第一胃内に投与した。投与量は最初の10日間は、日量60g（2g/kg B. W.）を9時と16時の2回（30g/回）に分けて投与したが、食欲減退や元気消失などの臨床症状が現れ出したので、11日目から16日目までは日量30gを9時に一回、投与した。その後、採食不振などの徴候が目立ちはじめたので、17日目から22日目まで投与を中止した。その後、再度投与を開始したが、再び食欲の極度の減退ないし廃絶、伏臥姿勢、沈鬱が目立ってきたので、39日目以降、投与を中止したが、45日目にいたり死亡した。投与日数は、32日間、投与総量は1,260gだった。

(2) サイカシン投与例 (No. 2)

使用したサイカシンは、本学農学部農芸化学科生物化学及び栄養化学教室で作成したものを使用した。サイカシンは、投与直前に結晶を蒸留水に溶かし、1mg/ml溶液を作成した。投与10日目までは、注射器による経口投与を行ったが、10日目以降は fistula から直接投与した。投与量は、Shimizu¹⁷⁾の投与量に準じ、日量120mg（3mg/kg B. W.）を9時、16時の2回に分けて10日目まで投与し、11日目から16日目までは、日量60mg（2mg/kg B. W.）を9時に一回投与し、17日目から22日目までは投与を中止した。23日目から33日目までは日量60mg（2mg/kg B. W.）を、34日目から45日目までは日量120mg（3mg/kg B. W.）を9時に一回投与した。46日目から55日目までは、投与を中止し、56日目から70日目にいたり、衰弱が著しくなったので、剖検に付した。投与日数は54日間、全投与量は5,460mgであった。

(3) 対照例 (No. 3)

本例は、fistula を装着した以外は、前二者と同一飼料を給与した。この間、臨床的に異常を認めなかった。前2例の投与実験を終了した後、サイカシン投与を行った（サイカシン投与例 No.4）。投与後

16日目まで日量120mg（3mg/kg B. W.）を9時に投与したが、17日目以降投与を完全に中止した。30日目にいたり衰弱が顕著になったので、剖検に付した。投与日数は16日間、全投与量は1,920mgであった。

5. 臨床的観察

毎日朝夕2回、元気、食欲の有無ならびに運動障害の発現などの観察を行った。

6. 血液学および血液生化学的検査

投与前1回、投与開始後は1週間間隔で、頸静脈から採血し被検試料とした。

赤血球数（RBC）、白血球数（WBC）は、Thoma-Zeiss 計算盤を用いて測定した。また、ヘマトクリット（Ht）は、ミクロヘマトクリット法で行った。血漿総蛋白（TP）は、血清蛋白屈折計（アタゴ）を用いて測定した。血液生化学的検査の項目は、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ（GOT）、グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ（GPT）、 γ -グルタミルトランスペプチダーゼ（ γ -GTP）、血液尿素窒素（BUN）、アルカリ性フォスファターゼ（ALP）、乳酸脱水素酵素（LDH）、コリンエステラーゼ（ChE）、総ビリルビン（TB）の8項目で、RaBA-SUPER システム（中外製薬）を用いて計測した。

7. 第一胃内容物の採取

採取は、自製のポンプを用いて立位で fistula から吸引採取した。全例とも、pH、VFAs 濃度および VFAs 分画の経日的変動と日内変動について検索した（Table 3, 4, Fig. 1~4）。ただし、日内変動については朝給飼時間（9時）直前を0時とし、一日9回採取検索した。

8. pH の測定

採取試料は、3,000rpm で10分間遠心後、pH 計（電気化学計器 CPM-10型）によって測定した。上清は、スクリー管（30ml, マルエム）に密閉し、 -20°C で冷凍保存した。

9. VFAs の分析方法

内部標準法¹⁸⁾によって行った。注入試料、標準混液、gas chromatography の諸条件、gas chromatogram の定性と定量などは、前報¹⁴⁾に準じて行った。なお、以下の記述において、VFAs を構成する分画は、酢酸は C₂、プロピオン酸は C₃、正酪酸は n-C₄、そして、イソ吉草酸は i-C₅ と略記する。

10. 病理学的検査

No. 1は死後、No. 2, 4は安楽死後、直ちに剖検し、肉眼的観察を行った。

結果と考察

1. 臨床所見

(1) ソテツ葉投与例 (No. 1)

全投与量は、1,260 gであった。10日目以降は fistula から直接投与した。本投与法で、ソテツ葉 給与量の正確さは可能になったが、他方、採食、咀嚼、嚥下という消化作用の第一段階が省略されることになる。しかし、反芻は正常に行われていたもので、fistula からの投与は、消化作用に重大な障害をもたらすとは考え難かった。投与10日目までは、体重の減少を含め、临床上、特筆すべきことはなかった。しかし、投与14日目頃から顔面に浮腫が現われ、また、伏臥位をとることが多くなり、さらに、食欲は減退し、15日目には被毛が粗剛となり、振戦が発現した。このため、17日目から22日まで投与を中止し、臨床症状が回復したことを確認できた23日目から再投与を開始した。しかし、日数の経過と共に、再び食欲が減退し、伏臥姿勢をとることが多くなり、さらに、ケージの板を噛る異嗜症状がみられるようになった。34日目では、階段の昇降運動を忌避し、体重は減少しはじめた。また、右側角鞘基部に熱感を認めた。38日目には、可視粘膜は黄色を呈し、黄疸が疑われ、栄養状態は低下、削瘦顕著となったので、39日目から再度投与を中止した。この時点から45日

目に死亡するまで、食欲は回復することはなく、運動は消極的となり、伏臥位を長時間とる状態が続いた。体重は、対照例では同時期に10kg以上の増加がみられたのに対し、本例では投与開始時より7kgも減少した (Table 1)。剖検前日の反射試験では、膝蓋腱反射、屈曲反射とも正常であったが、痛覚は四肢の近位部でやや鈍であった。この所見は、前報¹⁴⁾でも同様に認めた。一方、曳き運動を試みると、伏臥するのみで立位を嫌った。前報¹⁴⁾で報告した犬座姿勢や強直性痙攣は認めなかった。

(2) サイカシン投与例 (No. 2)

全投与量は5,460mgであった。投与後14日目に、野草には嗜好性を示したが、給与飼料に対しては食欲を示さなかった。前例と同様にケージを噛る異嗜症状を示した。37日目には、右側角鞘基部に熱感を認め、排糞量は極めて少量となり、時にタール様便の排出がみられた。また、この時期の体温は低く、40日目では37.2℃であった。その後、食欲の減退、削瘦、体温の不安定、浅速呼吸などが経日的に顕著になった。70日目に行った反射検査では、前例と同様に、膝蓋腱反射と屈曲反射は正常であった。痛覚は、四肢の近位部でやや鈍であった。伏臥位をとると、頭部をケージの壁にもたせかけ、瞳孔も散大していたので、予後不良と判断し、剖検した。剖検当日の体重は、34.0kgであった (Table 1)。

Table 1. Changes of body weight in cycad leaves or cycasin administered and control goats (kg)

D	No. 1* ¹	No. 2* ²	No. 3* ³	D	No. 4* ²
-10* ⁴	34.5	40.0	32.0	- 2* ⁴	42.0
- 3* ⁴	32.0	40.0	28.0	- 1* ⁴	41.0
6	34.0	43.0	30.0	6	36.0
13	34.0	42.5	35.0	13	35.0
21	35.0	45.0	33.0	17	28.0
27	34.0	41.0	35.0	20	28.0
34	31.0	42.0	38.0	24	27.0
41	30.0	41.0	39.0	27	28.0
45* ⁵	25.0	. * ⁶	. * ⁶	28	27.0
49		35.0	40.0	29	27.0
55		37.0	40.0	30* ⁵	27.0
62		36.0	39.0		
69		32.0	37.0		
70* ⁵		34.0	. * ⁶		

*¹ Cycad-leaves administered goat.*² Cycasin administered goat.*³ Control goat.*⁴ Days before cycad-leaves or cycasin administered.*⁵ Autopsy day.*⁶ Not tested.

D Days of experiment.

(3) サイカシン投与例 (No. 4)

全投与量は、1,920mgであった。投与4日目から食欲減退、排糞量の減少を認め、ついには食欲廃絶に陥った。体重は、投与17日間で13kgの減量をみた (Table 1)。17日目より投与を中止したが、健康状態の改善はみられず、28日目には佇立、歩様踟躕、起立を嫌うなどの徴候を呈したため、30日目に剖検した。

2. 血液所見

血液学的検査には、3例すべてにRBCおよびHtの増加を認めた。特に、No. 4で顕著であった (Table 2)。

血液生化学的検査では、3例すべてにおいて、GOT、 γ -GTPおよびLDHの上昇、No. 1及びNo. 2

でTBの上昇、No. 4においてBUNの上昇を認めた (Table 2)。GPT、ALP及びChEについては、著しい変化を認めなかった。TPは、No. 4で増加した。以上の結果と、後述する病理学的所見と考え合わせると、ソテツ葉あるいはサイカシンによる強い肝毒性が示唆され、Shimizu¹⁷⁾の所見とよく一致した。

3. 第一胃内容物のVFAs所見

(1) VFAs分画の種類

対照例及びソテツ葉またはサイカシン投与前には、C₂、C₃、n-C₄、i-C₅が検出されたが、ソテツ葉あるいはサイカシン投与によっても、これらのVFAs分画は変化することなく、4分画すべてが検出された (Fig. 1~4)。

Table 2. Clinical and biochemical examination on the blood of cycad-leaves or cycasin and control goats.

D	Ht (%)	TP (g/dl)	RBC (10 ⁴ /mm ³)	WBC (/mm ³)	GOT (K-U)	GPT (K-U)	γ -GTP (IU/L)	ALP (KA-U)	ChE (PH)	TB (mg/dl)	LDH (W-U)	BUN (mg/dl)
*1 *4												
1 -9	33	7.3	1,954	12,400	58.8	16.0	37.8	5.9	0.06	0.17	552.4	17.8
9	30	7.4	1,648	13,600	55.4	17.6	42.1	7.0	0.04	0.20	488.4	16.9
16	33	7.4	1,615	15,800	61.8	19.4	74.2	3.7	0.05	0.25	489.3	18.9
23	33	7.2	1,686	15,800	126.0	16.6	117.1	4.2	0.05	0.17	478.3	20.5
31	33	7.6	1,549	14,000	173.4	18.4	194.0	2.5	0.05	0.51	1,083.0	20.5
38	41	7.6	2,147	10,800	287.7	24.9	155.1	3.3	0.06	0.98	1,232.0	21.1
44	45	8.1	2,383	13,600	237.3	22.3	322.9	4.1	0.08	0.88	1,525.0	28.3
*2 *4												
2 -9	33	7.5	1,745	15,400	67.4	20.9	54.0	5.2	0.05	0.23	998.4	14.5
9	35	7.2	1,685	15,000	56.9	30.8	37.8	6.4	0.06	0.28	687.9	37.1
16	37	7.6	1,890	16,000	87.5	13.8	40.8	3.7	0.06	0.30	739.1	21.6
23	31	6.4	1,611	13,600	98.2	16.2	88.6	5.2	0.06	0.56	968.7	27.1
31	30	7.1	1,628	17,200	118.9	22.7	132.2	4.3	0.05	0.24	1,191.0	18.0
38	37	7.6	1,826	14,600	302.5	15.8	173.5	4.9	0.06	0.49	1,758.0	15.4
44	37	7.6	2,110	17,600	403.2	11.9	343.4	3.9	0.07	0.34	2,731.0	28.0
52	36	7.2	2,195	17,600	266.8	18.1	359.1	5.9	0.06	0.21	1,584.0	24.6
58	40	7.2	2,187	18,600	156.4	13.7	289.1	5.9	0.09	0.48	1,320.0	23.4
65	38	7.0	2,371	16,000	134.5	16.1	223.9	10.8	0.08	0.86	823.5	17.5
70	31	5.0	1,882	17,100	369.0	20.8	120.8	2.0	0.06	0.50	1,811.0	102.7
*3												
3 1	34	7.4	1,687	11,600	56.0	17.5	55.1	6.1	0.05	0.12	652.5	13.2
19	30	7.5	1,692	15,400	44.4	17.8	45.3	6.2	0.04	0.20	678.8	21.2
25	30	7.6	1,776	15,200	43.4	29.0	43.3	6.3	0.05	0.17	685.7	38.1
32	26	7.1	1,711	14,600	63.4	17.5	49.3	6.6	0.05	0.23	572.9	37.5
40	33	6.8	1,700	13,400	46.8	1811	45.8	6.7	0.04	0.21	548.4	38.1
47	28	7.4	1,542	15,000	52.3	22.7	48.2	6.6	0.04	0.34	523.7	23.0
53	25	7.4	1,791	14,400	41.9	17.7	51.5	4.7	0.04	0.11	535.8	19.4
61	26	7.4	1,486	12,800	37.8	14.2	49.3	4.8	0.04	0.28	562.8	25.3
37	28	7.2	1,667	16,600	66.6	28.0	27.6	5.5	0.04	0.37	692.2	28.6
74	27	7.2	1,347	11,800	55.2	16.7	50.2	5.7	0.03	0.40	535.7	30.2
81	28	7.0	1,519	10,600	59.5	15.2	35.2	6.3	0.05	0.28	717.9	24.7
93	30	7.3	1,643	17,600	40.4	18.4	65.6	6.6	0.04	0.32	785.6	31.8
*2 *4												
4 -1	30	7.3	1,643	17,600	40.3	18.4	65.6	6.6	0.04	0.32	785.6	31.8
10	38	8.6	1,993	14,200	82.1	24.9	73.3	6.4	0.04	0.22	1,463.0	18.2
17	47	9.2	2,820	15,600	271.7	17.4	171.7	5.9	0.04	0.10	2,340.0	80.5
30	52	9.6	2,455	12,000	195.5	20.0	116.6	6.3	0.03	0.18	1,106.0	163.9

*1, *2, *3, *4 The same as Table 1.

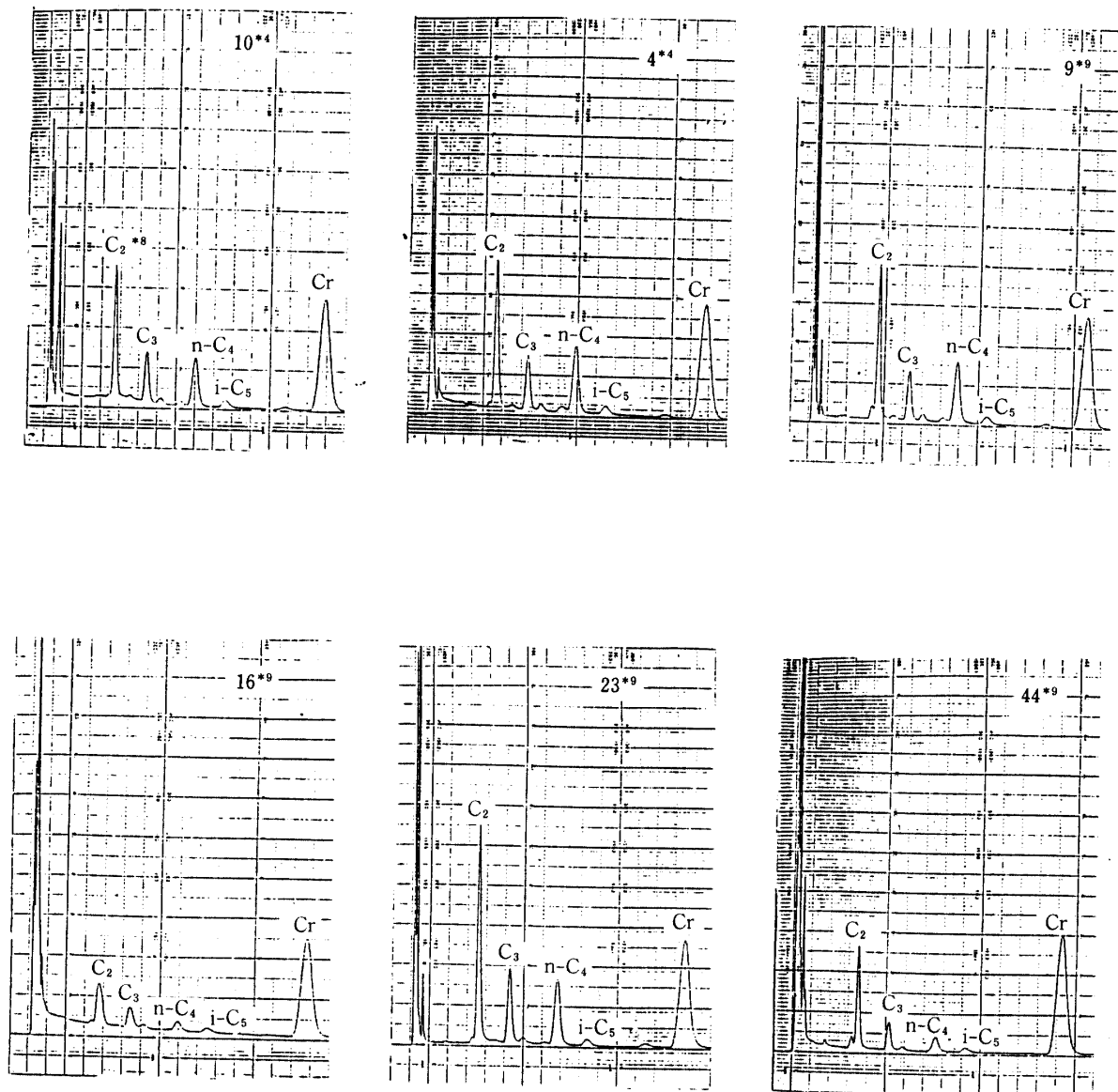


Fig. 1. Chromatogram of volatile fatty acids in the rumen contents of cycad-leaves administered goat.

*⁴ The same as Table 1.

*⁸ The same as Table 3.

*⁹ Days after cycad leaves administered.

Cr Chromonic acid (internal standard matter)

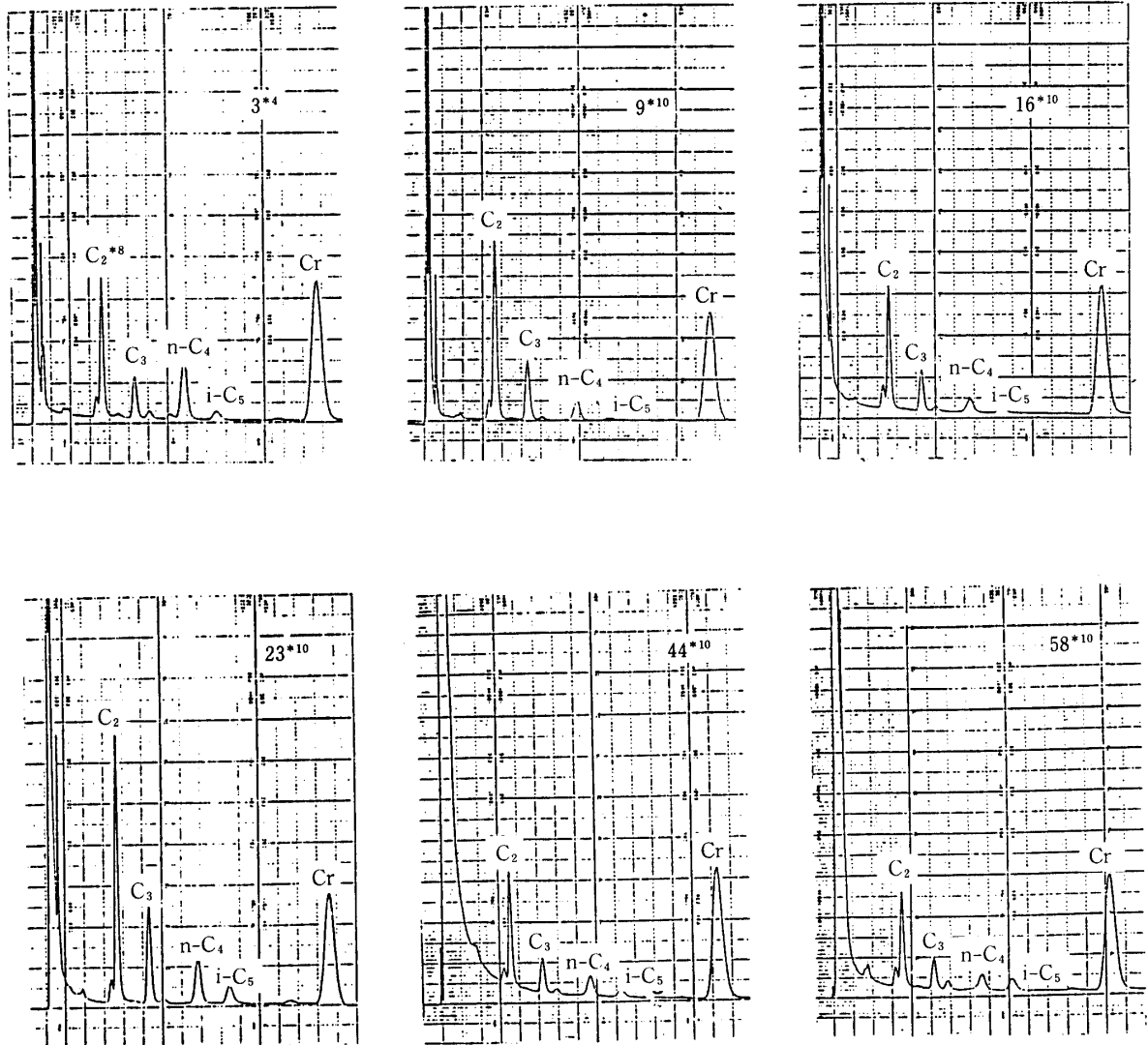


Fig. 2. Chromatogram of volatile fatty acids in the rumen contents of cycasin administered goat.

*⁴ The same as Table 1.

*⁸ The same as Table 3.

*¹⁰ Days after cycasin administered.

Cr The same as Fig. 1.

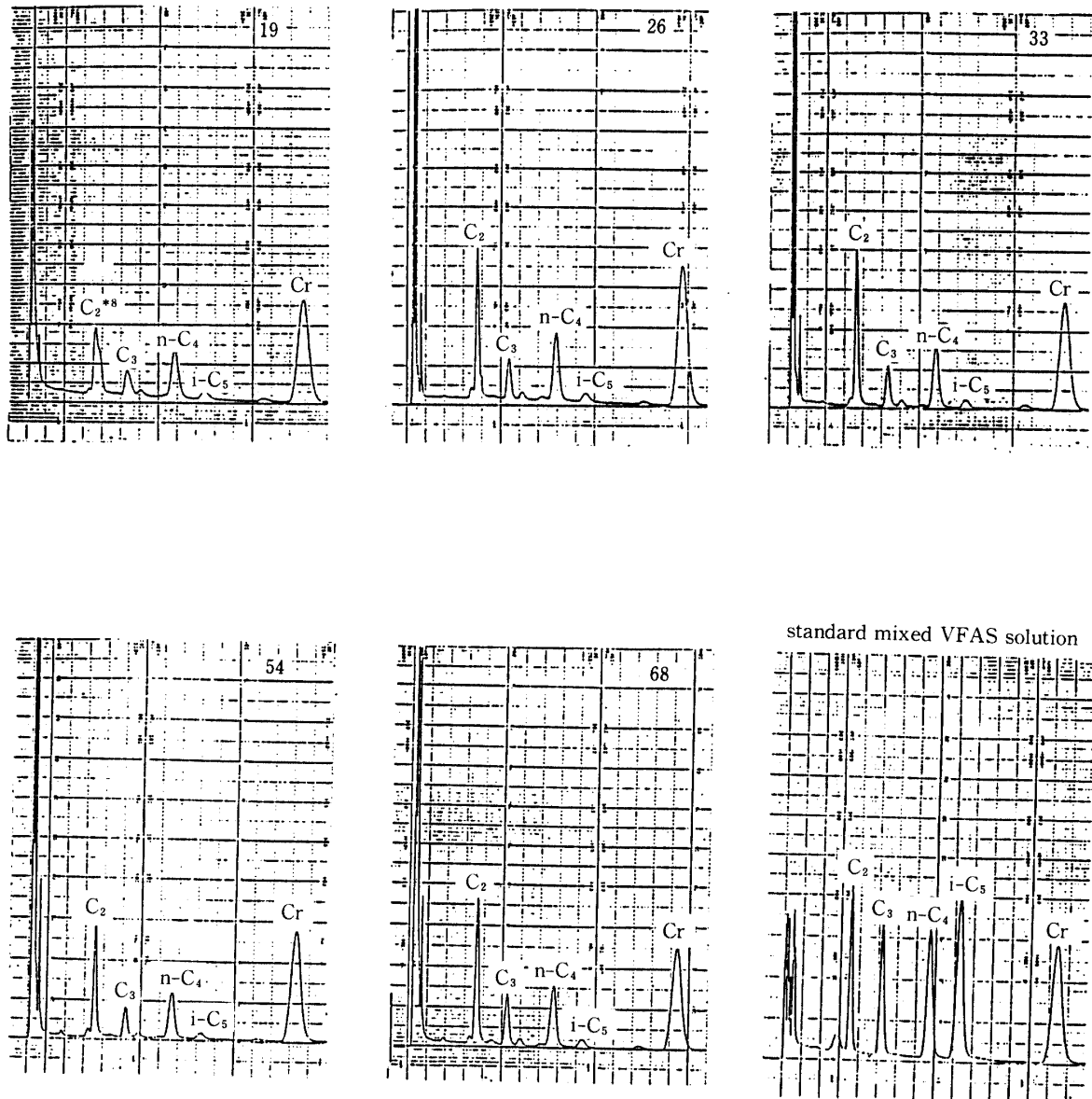


Fig. 3. Chromatogram of volatile fatty acids in the rumen contents of control goat and standard mixed volatile fatty acids solution.

*⁸ The same as Table 3.

Cr The same as Fig. 1.

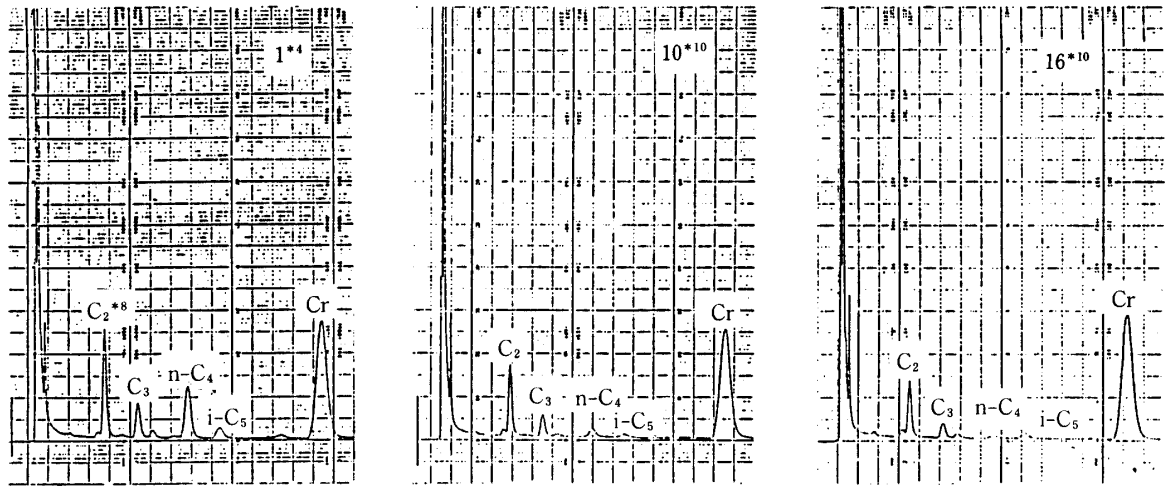


Fig. 4. Chromatogram of volatile fatty acids in the rumen contents of cycasin administered goat.

*1 The same as Table 1.

*8 The same as Table 3.

*10 The same as Fig. 2.

Cr The same as Fig. 1.

(2) VFAs 総濃度

ソテツ葉あるいはサイカシン投与によって、第一胃内容物の VFAs 総濃度は、著しく減少した (Table 3). その消長を、朝の給餌前の VFAs 総濃度についてみると、対照例では平均8.50mM/dlで、5.88~14.17mM/dlの間を推移し、実験期間中長期傾向を示すことはなかった。これに対して、ソテツ葉あるいはサイカシン投与例では、いずれも VFAs は経日的に著明に低下し、臨床症状の変化ともよく一致した (Table 3, Fig. 5). ソテツ葉投与例では、投与9日目から顔面に浮腫や振戦が発現した16日目にかけて、VFAs 総濃度は急激に低下した。ソテツ葉投与の一時的中止によって、VFAs 総濃度は投与前のレベルにまで回復したが、ソテツ葉投与の再開と共に急激な低下を示した。投与後45日目では、VFAs 総濃度は投与前の34%にまで減少した。サイカシン投与例でも、VFAs 総濃度は低下し、投与の中止により回復した。投与52日目までは、投与の中断が2回あり、また、投与量の増減もあったため、VFAs 総濃度の変化は複雑な経過を示し、投与56日目以降の15日間の投与では VFAs 総濃度は急激に低下し、投与後70日目の剖検当日では、投与前の27%に低下した。同じくサイカシン投与例 (No. 4) における VFAs 総濃度の低下は、より典型的な経

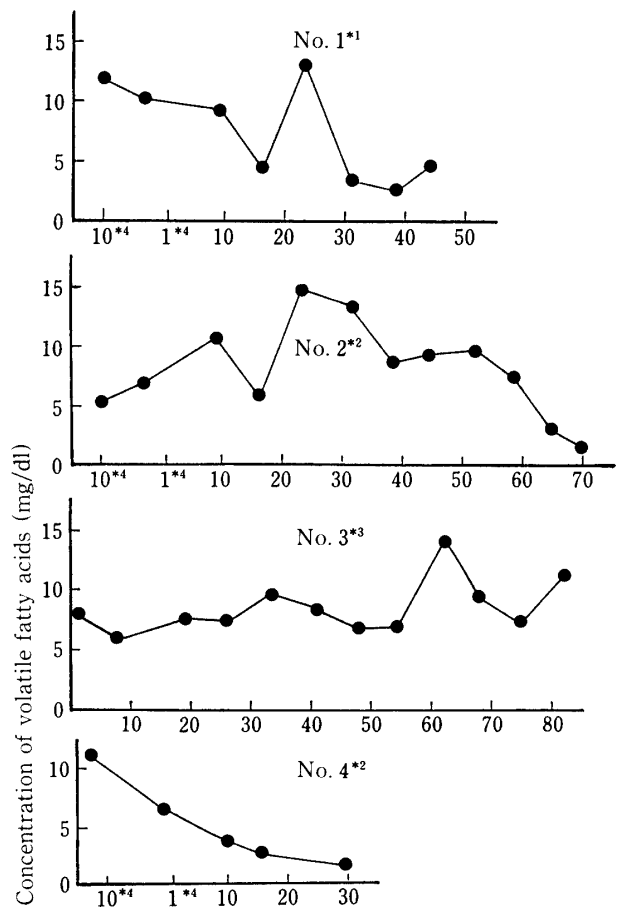


Fig. 5. Concentration of whole volatile fatty acids in the rumen contents of cycad-leaves or cycasin administered and control goats.

*1, *2, *3, *4 The same as Table 1.

Table 3. Concentration of volatile fatty acids in rumen contents of cycad-leaves or cycasin administered and control goats.

No. 1*¹

D	T	C ₂ * ⁸	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	Total	D	T	C ₂ * ⁸	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	Total
* ⁴ -10	0	7.93	1.81	1.61	0.43	11.78	16	0	3.12	0.77	0.33	0.14	4.36
	1	11.99	3.80	2.05	0.11	17.95		1	2.81	0.72	0.35	0.14	4.02
	4	11.32	2.95	1.74	0.05	15.06		4	2.95	0.72	0.36	0.17	4.18
	7	8.71	2.14	1.71	0.07	12.63		7	2.19	0.53	0.26	0.15	3.13
	8	12.43	4.05	2.58	0.09	19.15		8	2.30	0.56	0.25	0.16	3.27
	11	11.29	3.34	1.94	0.05	16.62		11	2.46	0.51	0.25	0.17	3.39
	14	9.78	2.83	1.85	0.06	14.52		14	1.97	0.47	0.22	0.16	2.82
	18	9.00	2.44	2.09	0.13	13.66		18	2.09	0.49	0.24	0.16	2.98
22	7.79	2.02	1.92	0.15	10.88	22	1.91	0.42	0.21	0.15	2.69		
* ⁴ -3	0	6.76	1.40	1.70	0.90	10.05	23	0	9.25	2.01	1.75	0.17	13.18
	1	12.00	3.20	2.49	0.18	17.87		1	9.32	2.05	1.90	0.19	13.46
	4	9.99	2.54	1.86	0.09	14.48		4	11.58	2.76	2.36	0.23	16.93
	7	11.18	2.74	2.25	0.21	16.38		7	8.59	2.02	1.78	0.23	12.62
	8	14.21	4.07	2.83	0.13	21.24		8	8.15	1.98	1.71	0.20	12.40
	11	6.80	3.06	2.12	0.08	12.06		11	9.34	2.34	2.01	0.26	13.95
	14	13.12	3.59	2.55	0.12	19.38		14	10.65	2.72	2.22	0.30	15.89
	18	10.10	2.32	2.15	0.14	14.71		18	8.65	2.21	1.85	0.32	15.02
22	6.52	1.29	1.65	0.18	9.64	22	6.09	1.57	1.33	0.31	9.30		
9	0	6.20	1.24	1.59	0.18	9.21	31	* ⁷	2.51	0.65	0.22	0.15	3.53
	1	8.72	1.94	1.89	0.17	12.72	38	* ⁷	1.75	0.44	0.16	0.14	2.49
	4	8.88	1.86	0.63	0.08	11.45		44	0	3.72	0.68	0.39	0.11	4.90
	7	8.10	1.67	1.59	0.14	11.50	1		3.72	0.63	0.38	0.11	4.84
	8	9.36	2.12	1.73	0.12	13.33	4		3.28	0.63	0.36	0.11	4.38
	11	9.09	2.05	1.64	0.08	12.86	7		2.95	0.58	0.35	0.11	3.99
	14	9.05	2.02	1.54	1.10	12.69	8		3.13	0.62	0.36	0.12	4.23
	18	8.27	1.90	1.53	0.13	11.83	11		3.02	0.62	0.20	0.12	4.16
	22	7.35	1.75	1.50	0.19	10.79	14		3.07	0.65	0.42	0.13	4.27
							18	
						22	2.60	0.54	0.36	0.12	3.62		

No. 2*²

* ⁴ -10	0	3.61	0.68	0.83	0.17	5.29	23	0	10.63	2.51	1.30	0.47	14.90
	1	11.28	2.72	2.03	0.22	16.25		1	10.23	2.38	1.30	0.41	14.32
	4	9.41	2.14	1.91	0.09	13.15		4	9.13	2.23	1.31	0.61	13.28
	7	6.77	1.38	1.73	0.09	9.97		7	8.27	2.03	1.20	0.40	11.90
	8	15.46	3.80	3.16	0.14	22.56		8	8.67	2.16	1.25	0.37	12.45
	11	10.23	2.43	2.25	0.08	14.99		11	9.16	2.18	1.20	0.26	12.80
	14	8.91	1.98	2.19	0.08	13.16		14	8.44	2.11	1.06	0.24	11.85
	18	6.33	1.19	1.62	0.17	9.31		18	8.40	2.16	1.09	0.23	11.88
	22	5.62	1.0	1.49	0.19	8.39		22	6.94	1.83	0.98	0.22	9.97

D	T	C ₂ * ⁸	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	Total	D	T	C ₂ * ⁸	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	Total							
*4 3	0	4.56	0.88	1.31	0.17	6.92	31	*7	9.87	2.22	1.08	0.20	13.37							
	1	9.85	2.47	1.91	0.17	14.40														
	4	8.71	2.01	2.09	0.09	12.90	38	*7	6.41	1.30	0.81	0.24	8.76							
	7	5.58	1.16	1.44	0.13	8.31														
	8	11.49	3.22	2.19	0.14	17.04	44	0	6.45	1.45	1.07	0.48	9.45							
	11	9.79	2.52	2.03	0.06	14.40														
	14	7.99	1.87	1.95	0.08	11.89														
	18	6.75	1.45	1.75	0.16	10.11														
	22	4.72	0.97	1.17	0.17	7.03														
9	0	8.34	1.65	0.64	0.10	10.73								52	*7	7.04	1.58	0.97	0.26	9.85
	1	8.73	1.82	0.63	0.08	11.26														
	4	9.14	1.89	0.74	0.09	11.86														
	7	8.22	1.63	0.65	0.09	10.59														
	8	7.40	1.48	0.59	0.08	9.55														
	11	7.17	1.47	0.63	0.11	9.38														
	14	6.98	1.49	0.62	0.11	9.20														
	18	6.59	1.41	0.65	0.09	8.74														
	22	6.45	1.38	0.65	0.09	8.57	58	0	5.25	2.19	0.75	0.37	7.56							
1	2.97	0.73	0.39	0.20	4.29															
4	3.72	0.96	0.58	0.22	5.48															
7	4.56	1.22	0.63	0.24	6.65															
8	3.82	1.04	0.47	0.18	5.51															
11	4.04	1.18	0.61	0.14	5.97															
14	3.40	0.86	0.44	0.14	4.84															
18	3.55	0.81	0.51	0.18	5.05															
22	2.10	0.44	0.28	0.14	2.96	65	*7	2.22	0.45	0.19	0.12	2.98								
16	0	4.24	0.92	0.38	0.17								5.71							
1	3.85	0.82	0.30	0.14	5.11															
4	3.99	0.81	0.29	0.14	5.23															
7	3.34	0.72	0.24	0.14	4.43															
8	3.67	0.80	0.29	0.13	4.91															
11	6.52	0.74	0.25	0.15	4.66															
14	3.76	0.84	0.26	0.15	5.01															
18	4.04	0.77	0.27	0.14	5.22															
22	3.75	0.76	0.27	0.13	4.91	70	*7	1.26	0.25	0.04	0.08	1.63								

No. 3*³

1	0	5.05	1.31	1.08	0.24	7.68	33	0	6.56	1.11	1.69	0.21	9.57													
	1	8.43	2.39	1.47	0.16	12.45																				
	4	8.67	2.42	1.50	0.09	12.68																				
	7	7.63	2.01	1.35	0.12	11.11																				
	8	11.65	3.40	2.05	0.15	17.25																				
	11	10.25	2.85	1.79	0.10	14.99																				
	14	11.00	3.08	2.14	0.24	16.46																				
	18	8.23	2.22	1.81	0.35	12.61																				
	22	4.37	1.04	1.01	0.17	6.59																				
	1	1	6.58	1.11	1.69	0.21								9.59	33	1	6.58	1.11	1.69	0.21	9.59					
4	8.67	2.42	1.50	0.09	12.68																					
7	7.63	2.01	1.35	0.12	11.11																					
8	11.65	3.40	2.05	0.15	17.25																					
11	10.25	2.85	1.79	0.10	14.99																					
14	11.00	3.08	2.14	0.24	16.46																					
18	8.23	2.22	1.81	0.35	12.61																					
22	4.37	1.04	1.01	0.17	6.59																					
4	9.56	1.74	1.78	0.08	13.16	33	4	9.56	1.74	1.78	0.08	13.16														
7	7.63	2.01	1.35	0.12	11.11																					
8	11.65	3.40	2.05	0.15	17.25																					
11	10.25	2.85	1.79	0.10	14.99																					
14	11.00	3.08	2.14	0.24	16.46																					
18	8.23	2.22	1.81	0.35	12.61																					
22	4.37	1.04	1.01	0.17	6.59																					
7	8.91	1.56	1.64	0.08	12.13								33	7	8.91	1.56	1.64	0.08	12.13							
8	11.65	3.40	2.05	0.15	17.25																					
11	10.25	2.85	1.79	0.10	14.99																					
14	11.00	3.08	2.14	0.24	16.46																					
18	8.23	2.22	1.81	0.35	12.61																					
22	4.37	1.04	1.01	0.17	6.59																					
8	10.86	2.21	2.12	0.08	15.17	33	8	10.86	2.21	2.12	0.08	15.17														
11	10.25	2.85	1.79	0.10	14.99																					
14	11.00	3.08	2.14	0.24	16.46																					
18	8.23	2.22	1.81	0.35	12.61																					
22	4.37	1.04	1.01	0.17	6.59																					
11	12.16	2.52	2.15	0.07	16.90								33	11	12.16	2.52	2.15	0.07	16.90							
14	11.00	3.08	2.14	0.24	16.46																					
18	8.23	2.22	1.81	0.35	12.61																					
22	4.37	1.04	1.01	0.17	6.59																					
14	9.44	1.75	1.74	0.06	12.99															33	14	9.44	1.75	1.74	0.06	12.99
18	8.16	1.43	1.90	0.012	11.61																					
22	6.23	1.06	1.74	0.18	9.21																					
18	8.16	1.43	1.90	0.012	11.61	33	18	8.16	1.43	1.90	0.012	11.61														
22	6.23	1.06	1.74	0.18	9.21																					

D	T	C ₂ * ⁸	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	Total	D	T	C ₂ * ⁸	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	Total
8	0	3.83	0.86	1.02	0.17	5.88	41	* ⁹	5.73	1.00	1.47	0.20	8.40
	1	11.29	3.11	2.23	0.25	16.88							
	4	9.98	2.50	1.75	0.07	14.30	48	* ⁹	4.56	0.78	1.25	0.19	6.78
	7	8.76	2.15	1.56	0.05	12.52							
	8	12.29	3.63	2.59	0.09	18.60	54	0	4.63	0.86	1.33	0.18	7.00
	11	12.53	3.58	2.23	0.07	18.41		1	8.01	2.36	1.56	0.12	12.05
	14	11.85	3.37	2.29	0.14	17.65		4	8.40	2.01	1.64	0.10	12.15
	18	11.11	3.05	2.31	0.19	16.66		7	7.66	1.56	1.47	0.08	10.77
	22	12.24	2.31	3.18	0.52	19.25		8	6.88	1.95	1.41	0.07	10.31
19	0	4.95	0.90	1.52	0.21	7.58		11	10.30	2.79	2.06	0.11	15.26
	1	8.44	1.74	2.03	0.16	12.37		14	8.15	1.87	1.80	0.10	11.92
	4	8.98	1.58	1.85	0.08	12.49	18	.	.	.	.	*⁶	
	7	8.95	1.48	1.77	0.08	11.28	22	5.16	1.00	1.27	0.11	7.54	
	8	10.37	2.18	2.44	0.10	15.09	62	* ⁷	9.60	2.41	2.00	0.16	14.17
	11	11.58	2.53	2.66	0.09	16.86							
	14	9.54	1.89	2.39	0.09	13.91	68	0	6.74	0.56	1.82	0.24	9.36
	18	8.57	1.62	2.28	0.10	12.57		1	8.31	2.37	1.74	0.12	12.54
	22	6.80	1.18	1.92	0.14	10.04		4	8.93	2.32	1.86	0.07	13.18
26	0	4.84	0.85	1.43	0.17	7.29		7	8.25	2.08	1.67	0.06	12.06
	1	7.43	1.67	1.63	0.12	10.85		8	11.04	3.18	2.07	0.05	16.34
	4	9.24	2.02	1.94	0.12	13.32		11	9.41	2.70	1.93	0.05	14.09
	7	8.02	1.66	1.65	0.07	11.40		14	10.03	2.81	2.28	0.06	15.18
	8	10.35	2.44	2.14	0.08	15.02	18	8.61	2.31	2.15	0.09	13.16	
	11	11.98	2.81	2.68	0.10	17.57	22	6.17	1.52	1.72	0.14	9.55	
	14	9.57	2.08	2.20	0.09	13.94	75	* ⁷	4.74	1.06	1.19	0.20	7.19
	18	8.57	1.79	2.30	0.12	12.78							
	22	9.46	1.90	2.20	0.31	13.87	82	* ⁷	7.30	1.44	2.07	0.33	11.18

No. 4*²

— 1	* ⁴	2.02	0.36	0.11	0.12	2.61
10	* ⁷	2.89	0.60	0.25	0.11	3.85
16	0	2.02	0.36	0.11	0.12	2.61
	1	1.70	0.28	0.09	0.10	2.17
	4	0.95	0.15	0.06	0.06	1.22
	7	1.52	0.26	0.16	0.09	2.03
	8	1.41	0.24	0.09	0.07	1.81
	11	1.97	0.36	0.13	0.06	2.42
	14	3.18	0.67	0.26	0.10	4.21
	18	3.78	1.05	1.49	0.11	5.43
22	4.35	1.35	0.62	0.09	6.41	
30	* ⁹	1.15	0.12	0.22	0.88	1.66

D, *¹, *⁴, *⁶ The same as Table 1.

T Experimental time

*⁷ Time are calculated at the zero time to 9 a.m.

*⁸ C₂: Acetic acid

C₃: Propionic acid

n-C₄: normal Butyric acid

i-C₅: iso Valeric acid

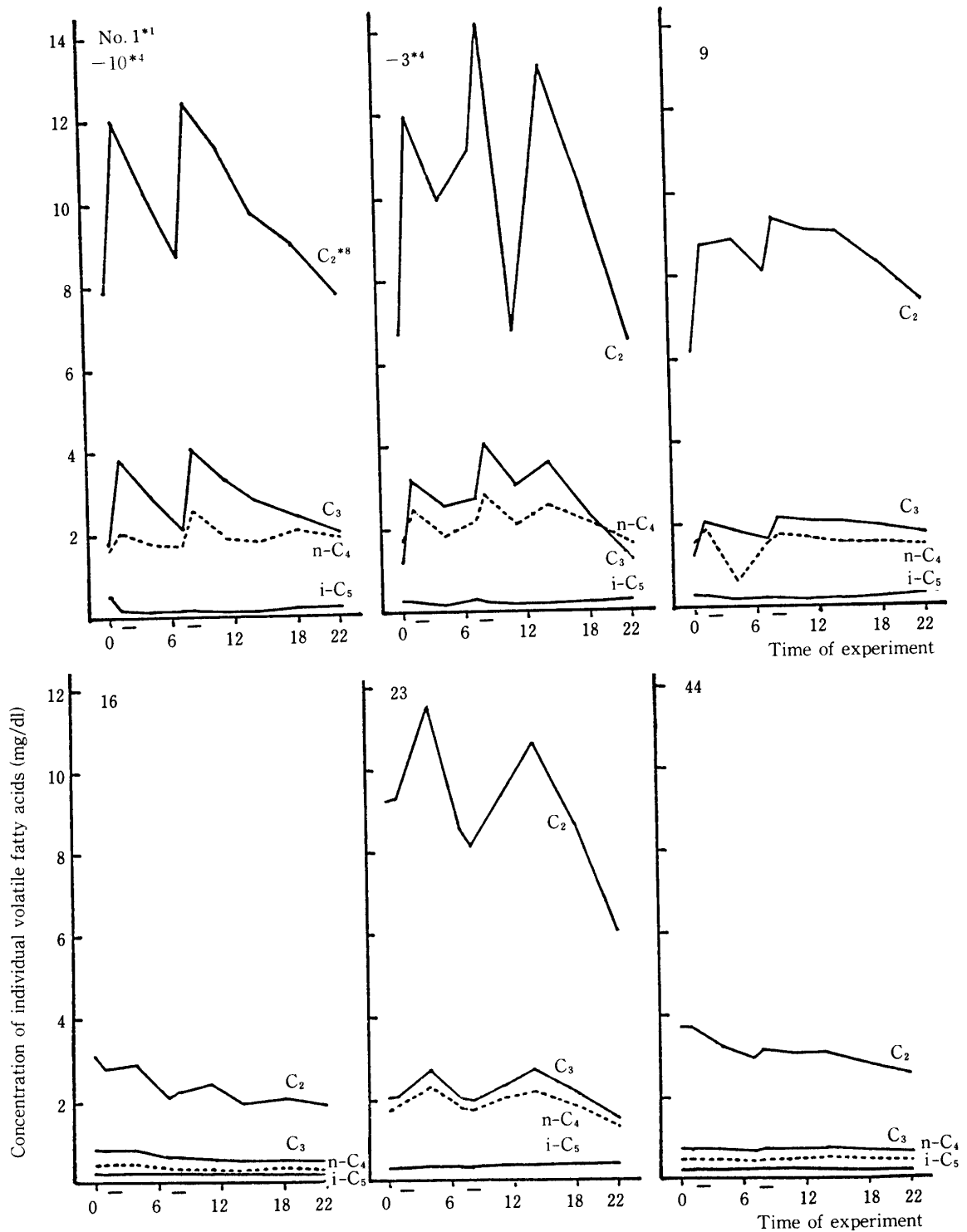


Fig. 6-1. Fluctuation of the all through day of individual volatile fatty acids.
 *1,*2,*3,*4 The same as Table 1.
 *8 The same as Table. 3.
 A horizontal bar at day of experiment indicates time of feeding.

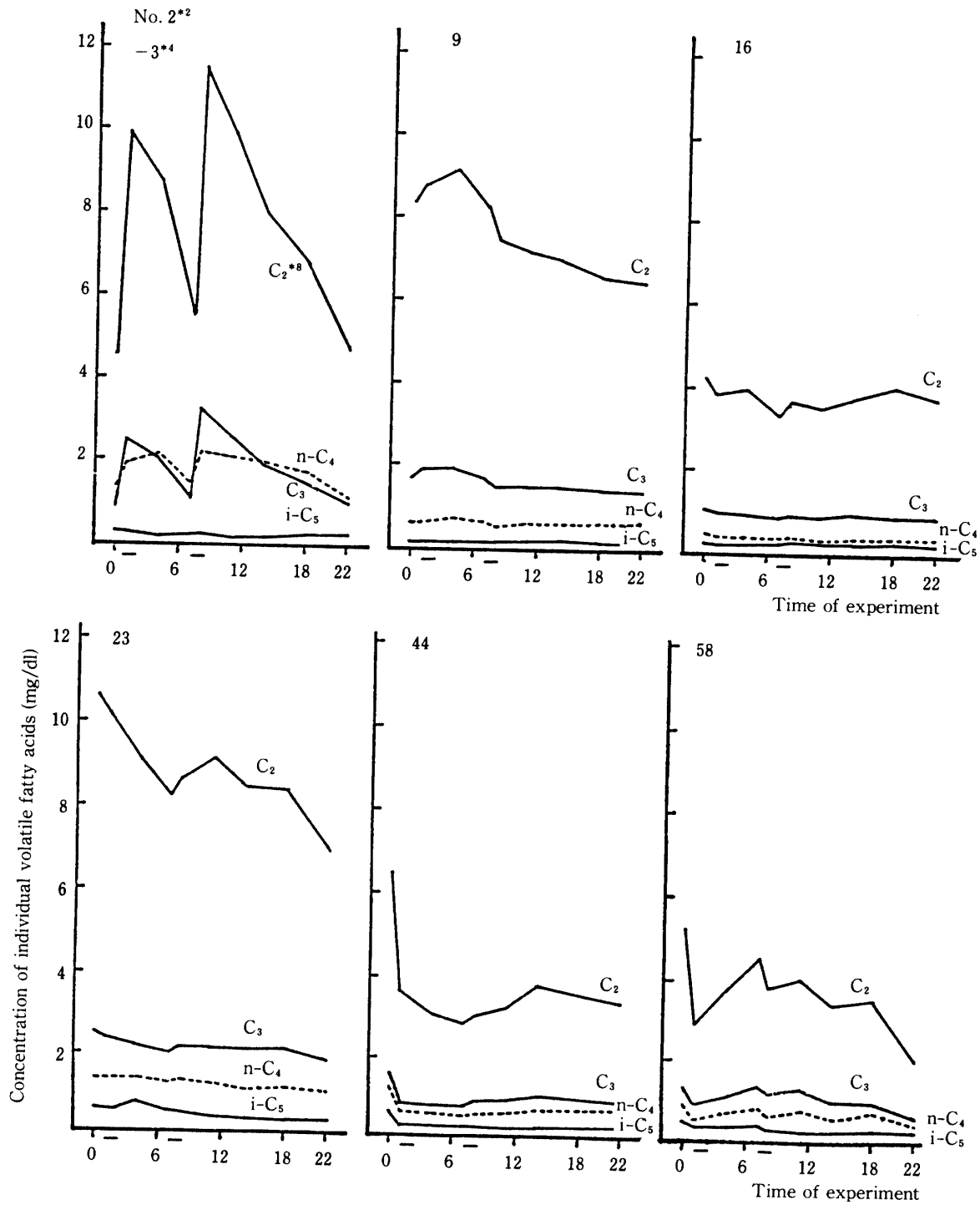


Fig. 6-2. Fluctuation of the all through day of individual volatile fatty acids.

*1.*2.*3.*4 The same as Table 1.

** The same as Table 3.

A horizontal bar at day of experiment indicates time of feeding.

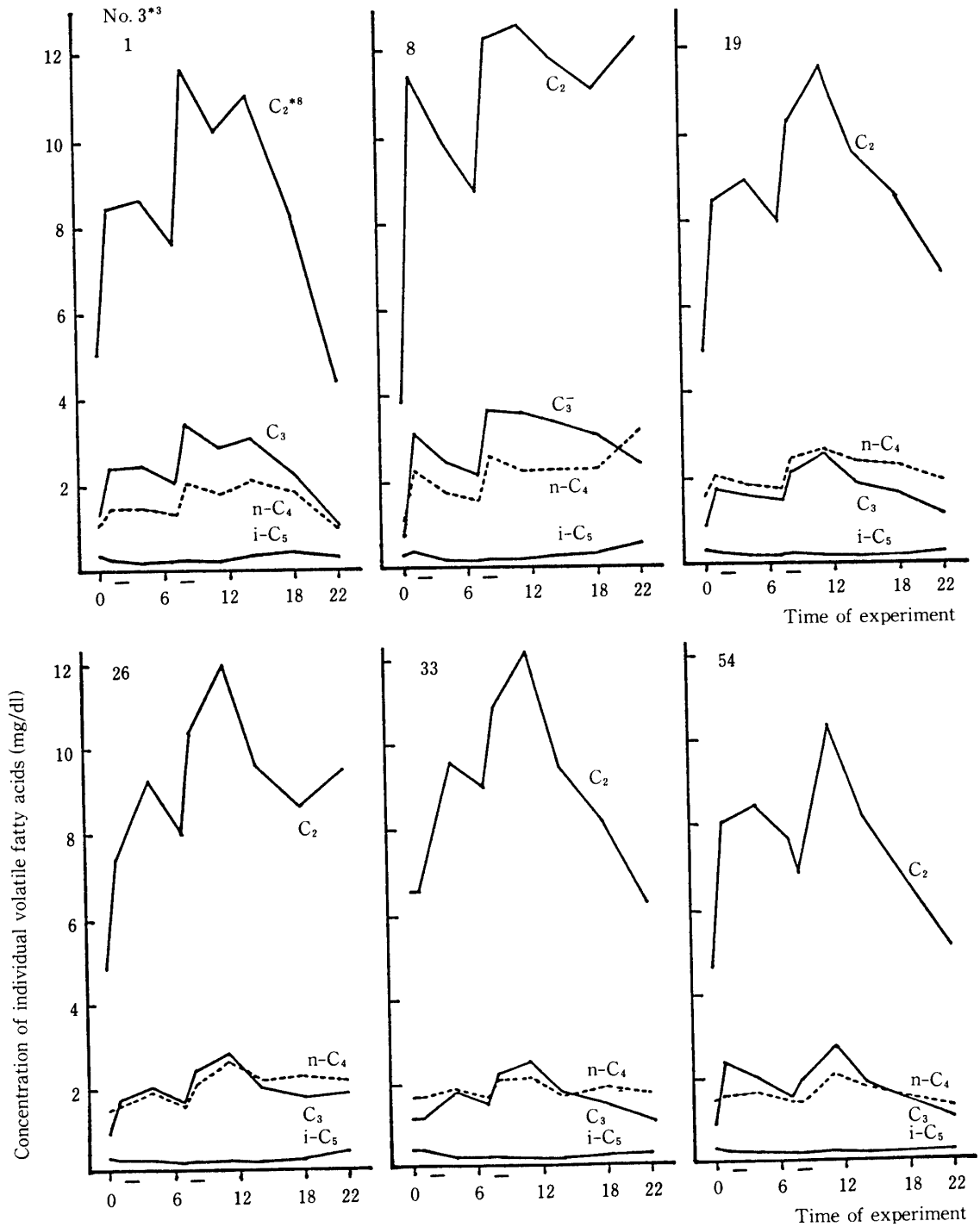


Fig. 6-3. Fluctuation of the all through day of individual volatile fatty acids.

*1.*2.*3.*4 The same as Table 1.

*⁸ The same as Table 3.

A horizontal bar at day of experiment indicates time of feeding.

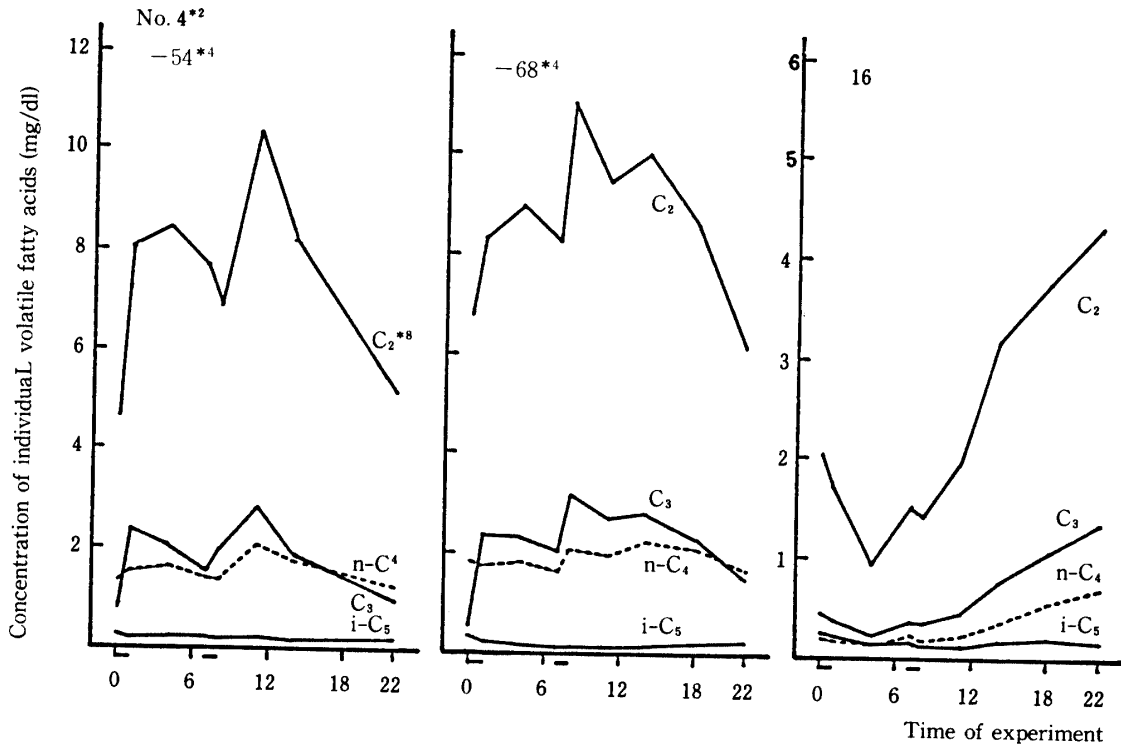


Fig. 6-4. Fluctuation of the all through day of individual volatile fatty acids.

*1.*2.*3.*4 The same as Table 1.

*8 The same as Table 3.

A horizontal bar at day of experiment indicates time of feeding.

過を示し、投与の中止によっても回復することなく、投与30日目の剖検当日では、VFAs 総濃度は、投与前の25%であった。

(3) 分画別 VFAs 濃度

ソテツ葉あるいはサイカシン投与によって、VFAs のいずれの分画の濃度も低下し (Table 3, Fig. 6) VFAs 総濃度の低下は、特定 VFAs の減少によるものでないことが明らかになった。また、対照例及びソテツ葉またはサイカシン投与前には、各 VFAs 分画濃度、及び VFAs 総濃度は、採食時間に応じた2峰性の日内変動を示し、ソテツ葉あるいはサイカシン投与後には、この日内変動が消失した (Fig. 5, 6)。

VFAs 分画濃度比ではソテツ葉あるいはサイカシン投与の有無に係わらず、最も高い比率を占めたのは C_2 で、60%以上であった。次いで、 C_3 と $n-C_4$ であった (Table 4)。対照例、ソテツ葉あるいはサイカシン投与前では、朝の給飼前 (Table では、0時間) 一、二の例外はあったが、濃度比では $C_3 < n-C_4$ であった。これに対して、ソテツ葉あ

るいはサイカシン投与後では、この、関係が逆転し、 $C_3 > n-C_4$ となった。類似の傾向が早朝 (Table では22時間) にみられた。

上述の、ソテツ葉あるいはサイカシン投与による VFAs 総濃度及び VFAs 分画の濃度や濃度比の変化は、ソテツ葉あるいはサイカシンが、第一胃内微生物生態系¹⁹⁾ ないしはその活動性に強い影響を及ぼすことを示唆するものである。なお、正常な飼育条件下でみられた各 VFAs 分画の2峰性の日内変動、朝の給飼前にみられた濃度比における $C_3 < n-C_4$ の特徴は、正常な第一胃内微生物生態系並びに、その活動性の消長を示すものと思われ、興味深い。

(4) pH (Table 4, Fig. 7)

第一胃内容物の pH は、対照及びソテツ葉あるいはサイカシン投与前の飼育期間では5.49~6.95の間で変動するが、採食により低下し、2峰性の日内変動が観察された。この pH の日内変動と前述の VFAs 総濃度の2峰性日内変動との間には相関があり、両者間に負の相関がみられた [No. 1: $r = -0.897$ ($p < 0.01$), No. 2: $r = -0.917$ ($p < 0.01$),

Table 4. Concentrated ratio of fatty acids and pH value in the rumen contents of cycad-leaves or cycasin administered and control goats.

No. 1*1

D	T	C ₂ *8	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	pH	D	T	C ₂ *8	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	pH
*4 -10	0	67.3	15.3	13.7	3.7	6.81	16	0	71.5	17.7	7.5	3.3	7.22
	1	66.8	21.2	11.4	0.6	5.62		1	70.0	17.9	8.7	3.4	7.24
	4	68.5	19.6	11.6	0.3	5.78		4	70.4	17.1	8.5	4.0	7.36
	7	68.9	16.9	13.6	0.6	6.48		7	69.9	16.8	8.4	4.9	7.52
	8	64.9	21.1	13.5	0.5	5.47		8	70.2	17.1	7.8	4.9	7.43
	11	67.9	20.1	11.7	0.3	5.60		11	72.6	15.0	7.4	4.9	7.42
	14	67.4	19.5	12.7	0.7	6.28		14	69.9	16.5	8.0	5.6	7.51
	18	65.9	17.8	15.3	1.0	6.38		18	70.0	16.4	8.2	5.4	7.39
	22	65.6	17.0	16.2	1.2	6.79		22	71.0	15.7	7.9	5.4	7.52
*4 -3	0	67.2	13.9	16.9	2.0	6.97	23	0	70.1	15.3	13.3	1.3	6.46
	1	67.1	17.9	14.0	1.0	5.83		1	69.3	15.2	14.1	1.4	6.35
	4	69.0	17.5	12.8	0.7	6.36		4	68.3	16.2	13.9	1.4	5.66
	7	68.3	16.7	13.7	1.3	6.27		7	68.1	16.0	14.1	1.8	6.71
	8	66.9	19.2	13.3	0.6	5.45		8	67.7	16.4	14.2	1.7	6.65
	11	56.3	25.4	17.6	0.7	5.92		11	66.9	16.8	14.4	1.9	6.61
	14	67.6	18.6	13.1	0.6	5.45		14	67.1	17.1	13.9	1.9	6.66
	18	68.7	15.8	14.6	0.9	6.42		18	66.4	17.0	14.2	2.4	6.76
	22	67.6	13.4	17.1	1.9	7.12		22	65.5	16.8	14.4	3.3	7.14
9	0	67.3	13.5	17.2	2.0	7.05	31	*7	71.0	18.4	6.2	4.4	7.89
	1	68.5	15.3	14.9	1.3	6.55	38	*7	70.4	17.6	6.4	5.6	7.64
	4	77.5	16.2	5.5	0.8	6.71							
	7	70.4	14.5	13.9	1.2	6.83	44	0	75.9	13.9	7.9	2.3	6.82
	8	70.2	15.9	13.0	0.9	6.23		1	76.9	13.0	7.9	2.2	6.89
	11	70.7	15.9	12.8	0.6	6.28		4	74.9	14.3	8.2	2.6	7.08
	14	71.2	15.9	12.1	0.8	6.58		7	74.0	14.6	8.7	2.7	6.99
	18	69.9	16.1	12.9	1.1	6.81		8	73.9	14.7	8.6	2.8	6.88
	22	68.1	16.2	13.9	1.8	6.66		11	72.6	15.0	9.6	2.8	6.89
						14		72.0	15.2	9.8	3.0	6.92	
						18	.	.	.	.	*6		
						22	71.9	14.9	9.8	3.4	7.01		

No. 2*2

*4 -10	0	68.2	12.9	15.7	3.2	7.11	23	0	71.3	16.8	8.7	3.2	6.55
	1	69.4	16.8	12.5	1.3	5.76		1	71.5	16.6	9.1	2.8	6.45
	4	69.4	15.8	14.1	0.7	6.10		4	68.8	16.8	9.8	4.6	6.84
	7	67.8	13.9	17.4	0.9	6.90		7	69.5	17.0	10.1	3.4	6.99
	8	68.6	16.8	14.0	0.6	5.41		8	69.6	17.3	10.1	3.0	6.98
	11	68.3	16.2	15.0	0.5	5.81		11	71.5	17.0	9.4	2.1	6.84
	14	67.7	15.0	16.7	0.6	6.35		14	71.2	17.8	8.9	2.1	6.77
	18	68.1	12.7	17.4	1.8	6.84		18	70.7	18.1	9.2	2.0	6.86
	22	66.9	13.0	17.8	2.3	7.05		22	69.6	18.4	9.8	2.2	6.77

D	T	C ₂ * ⁸	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	pH	D	T	C ₂ * ⁸	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	pH
* ⁴ - 3	0	65.9	12.7	18.9	2.5	6.87	31	* ⁷	73.8	16.7	8.0	1.5	6.88
	1	68.4	17.2	13.2	1.2	5.98							
	4	67.5	15.6	16.2	0.7	6.28	38	* ⁷	73.2	14.9	9.2	2.7	7.45
	7	67.1	14.0	17.4	1.5	6.83							
	8	67.5	18.9	12.8	0.8	5.69	44	0	68.2	15.3	11.3	5.1	7.66
	11	68.0	17.5	14.1	0.4	6.11							
	14	67.1	15.7	16.4	0.7	6.41							
	18	66.7	14.4	17.3	1.6	6.71							
	22	67.2	13.7	16.6	2.4	7.36							
11	70.5	16.9	9.9	2.7	7.27								
9	0	77.7	15.4	6.0	0.9	6.48	52	* ⁷	71.4	16.0	9.9	2.7	6.69
	1	77.5	16.2	5.6	0.7	6.17							
	4	77.0	16.0	6.3	0.7	6.39							
	7	77.6	15.4	6.1	0.9	6.73							
	8	77.5	15.5	6.1	0.9	6.62							
	11	76.5	15.7	6.7	1.1	6.86							
	14	75.8	16.2	6.8	1.2	6.81	58	0	69.6	15.7	9.9	4.8	7.49
	22	75.3	16.1	7.6	1.0	6.99							
	1	69.2	17.0	9.1	4.7	7.44							
16	0	74.3	16.1	6.7	2.9	7.80	65	* ⁷	74.4	15.1	6.5	4.0	7.61
	1	75.2	16.1	5.9	2.8	7.95							
	4	76.2	15.5	5.6	2.7	7.83							
	7	75.4	16.2	5.4	3.0	8.00							
	8	74.8	16.3	5.8	3.1	8.02							
	11	75.7	15.9	5.3	3.1	7.92							
	14	75.1	16.8	5.1	3.0	7.98	70	* ⁷	76.8	15.5	2.7	5.0	7.06
	18	77.3	14.7	5.3	2.7	7.75							
	22	76.2	15.5	5.6	2.7	7.73							
	4	67.9	17.6	10.5	4.0	7.06							
7	68.6	18.4	9.4	3.6	7.00								
8	69.2	18.9	8.5	3.3	6.95								
11	67.7	19.7	10.3	2.3	6.61								
14	70.1	17.9	9.1	2.9	7.04								
18	70.4	16.1	10.0	3.5	6.95								
22	70.8	15.0	9.5	4.7	7.42								

No. 3*³

1	0	65.8	17.0	14.1	3.1	6.79	33	0	68.5	11.6	17.7	2.2	6.66
	1	67.7	19.2	11.8	1.3	5.87							
	4	68.3	19.1	11.9	0.7	6.14							
	7	68.7	18.1	12.2	1.0	6.50							
	8	67.5	19.7	11.9	0.8	5.60							
	11	68.4	19.0	11.9	0.7	5.63							
	14	66.9	18.7	13.0	1.4	6.04							
	18	65.2	17.6	14.4	2.8	6.78							
	22	66.2	15.8	15.4	2.6	6.86							
	1	68.6	11.7	17.6	2.1	5.83							
4	72.6	13.2	13.5	0.6	6.14								
7	73.4	12.4	13.5	0.7	6.50								
8	71.1	14.5	13.9	0.5	6.14								
11	72.0	14.9	12.7	0.4	5.51								
14	72.7	13.5	13.3	0.5	6.16								
18	70.3	12.3	16.4	1.0	6.58								
22	67.5	11.5	19.0	2.0	6.78								

D	T	C ₂ * ⁸	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	pH	D	T	C ₂ * ⁸	C ₃	n-C ₄	i-C ₅	pH
8	0	65.0	14.7	17.4	2.9	6.91	41	* ⁷	68.1	11.9	17.6	2.4	7.07
	1	66.9	18.4	13.2	1.5	6.14	48	* ⁷	67.3	11.5	18.4	2.8	7.14
	4	69.9	17.4	12.2	0.5	5.96							
	7	70.0	17.1	12.5	0.4	6.31	54	0	66.2	12.3	19.0	2.5	6.83
	8	66.1	19.5	13.9	0.5	5.41		1	66.5	19.6	12.9	1.0	5.88
	11	68.1	19.4	12.1	0.4	5.56		4	69.1	16.6	13.5	0.8	6.08
	14	67.1	19.1	13.3	0.8	5.78		7	71.1	14.5	13.7	0.7	6.31
	18	66.7	18.3	13.9	1.1	6.08		8	66.7	18.9	13.7	0.7	5.56
22	63.6	17.2	16.5	2.7	6.96	11		67.5	18.3	13.5	0.7	5.45	
19	0	65.3	11.9	20.0	2.8	6.83	14	68.4	15.7	15.1	1.8	5.81	
	1	68.3	14.0	16.4	1.3	6.00	18	.	.	.	.	.	*⁶
	4	71.9	12.6	14.8	0.6	6.32	22	68.5	13.2	16.8	1.5	6.86	
	7	70.5	13.1	15.7	0.7	6.39	62	* ⁷	67.6	17.0	14.1	1.2	5.89
	8	68.7	14.4	16.2	0.7	5.71							
	11	68.7	15.0	15.8	0.5	5.47	68	0	71.9	6.0	19.5	2.6	6.89
	14	68.6	13.6	17.2	0.6	5.92		1	66.2	18.9	13.9	1.0	5.74
	18	68.2	12.9	18.1	0.8	6.15		4	67.8	17.6	14.1	0.5	6.05
22	67.7	11.8	19.1	1.4	6.68	7		68.4	17.3	13.8	0.5	6.09	
26	0	66.3	11.6	19.7	2.3	6.86		8	67.6	19.4	12.7	0.3	5.48
	1	68.4	15.4	15.1	1.1	6.41		11	66.8	19.2	13.7	0.3	5.65
	4	69.4	15.2	14.5	0.9	5.94	14	66.1	18.5	15.0	0.4	5.58	
	7	70.4	14.5	14.5	0.6	6.44	18	65.4	17.6	16.3	0.7	6.02	
	8	68.9	16.3	14.3	0.5	5.93	22	64.6	16.0	18.0	1.4	6.56	
	11	68.2	16.0	15.2	0.5	5.41	75	* ⁷	66.0	14.7	16.5	2.8	6.85
	14	68.6	14.9	15.9	0.6	6.18							
	18	67.0	14.0	18.0	1.0	6.32	82	* ⁷	65.3	13.2	18.5	3.0	6.58
22	68.2	13.7	15.9	2.2	6.65								

No. 4*²

- 1	* ⁷	63.0	13.0	19.4	3.7	6.83
-10	* ⁷	75.0	15.6	6.6	2.8	7.31
16	0	77.5	13.7	4.1	4.7	7.20
	1	78.5	12.7	4.2	4.5	7.30
	4	77.8	12.2	4.8	5.2	7.20
	7	74.8	13.0	7.9	4.3	7.32
	8	78.0	13.2	4.9	3.9	7.17
	11	77.7	14.6	5.2	2.4	6.99
	14	75.5	16.0	6.2	2.3	6.90
	18	69.6	19.4	8.9	2.1	6.25
22	67.8	21.0	9.7	1.5	6.01	
30	* ⁷	68.8	12.8	13.4	5.0	6.99

*¹, *², *³, *⁴, D The same as Table 1.*⁷, T The same as Table 3.

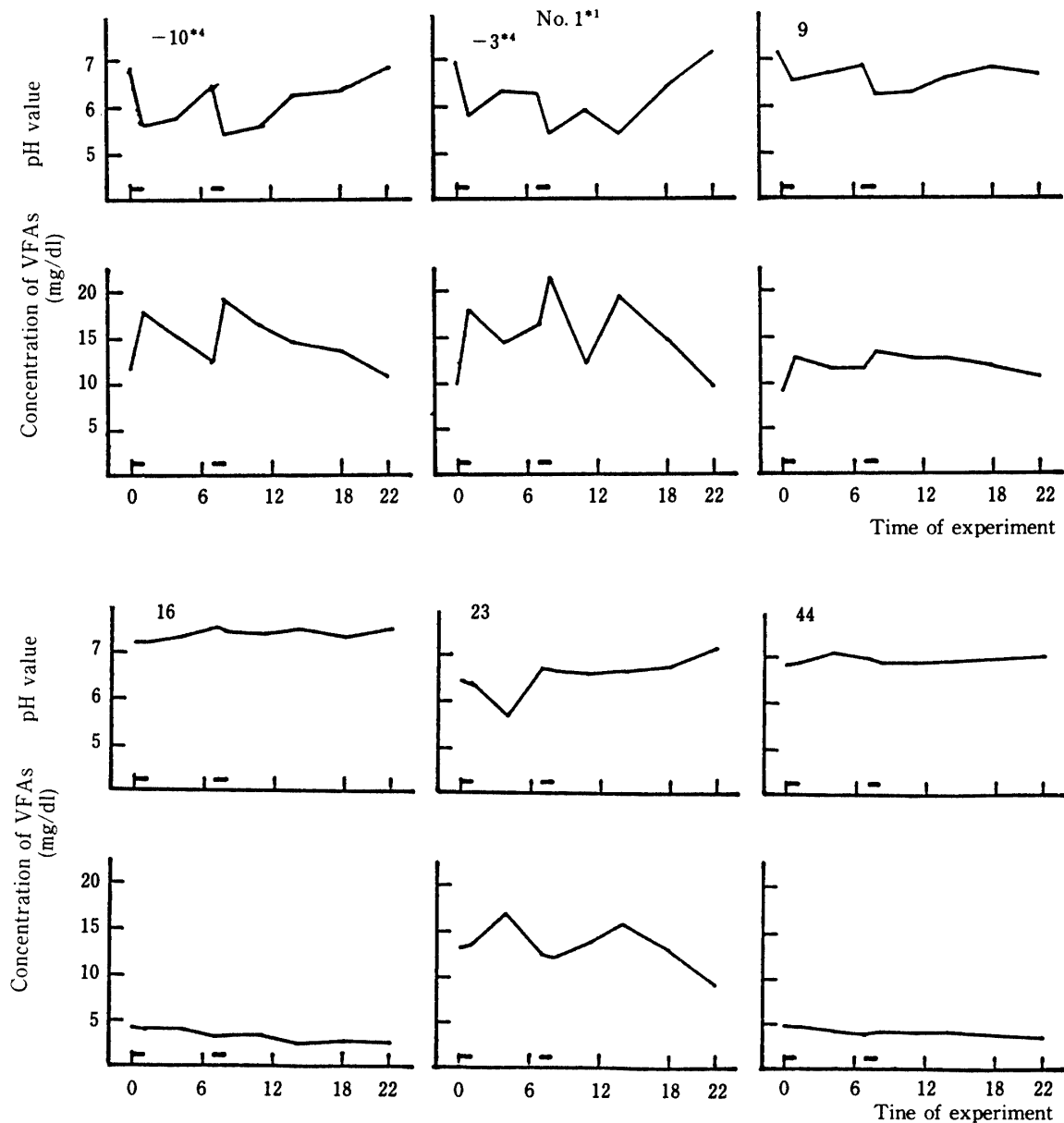


Fig. 7-1. Fluctuation all through day of pH and concentration of whole volatile fatty acids.

Upper figure : Fluctuation of pH.

Lower figure : Fluctuation of whole volatile fatty acids.

*1.*2.*3.*4 The same as Table 1.

A horizontal bar at day of experiment indicates time of feeding.

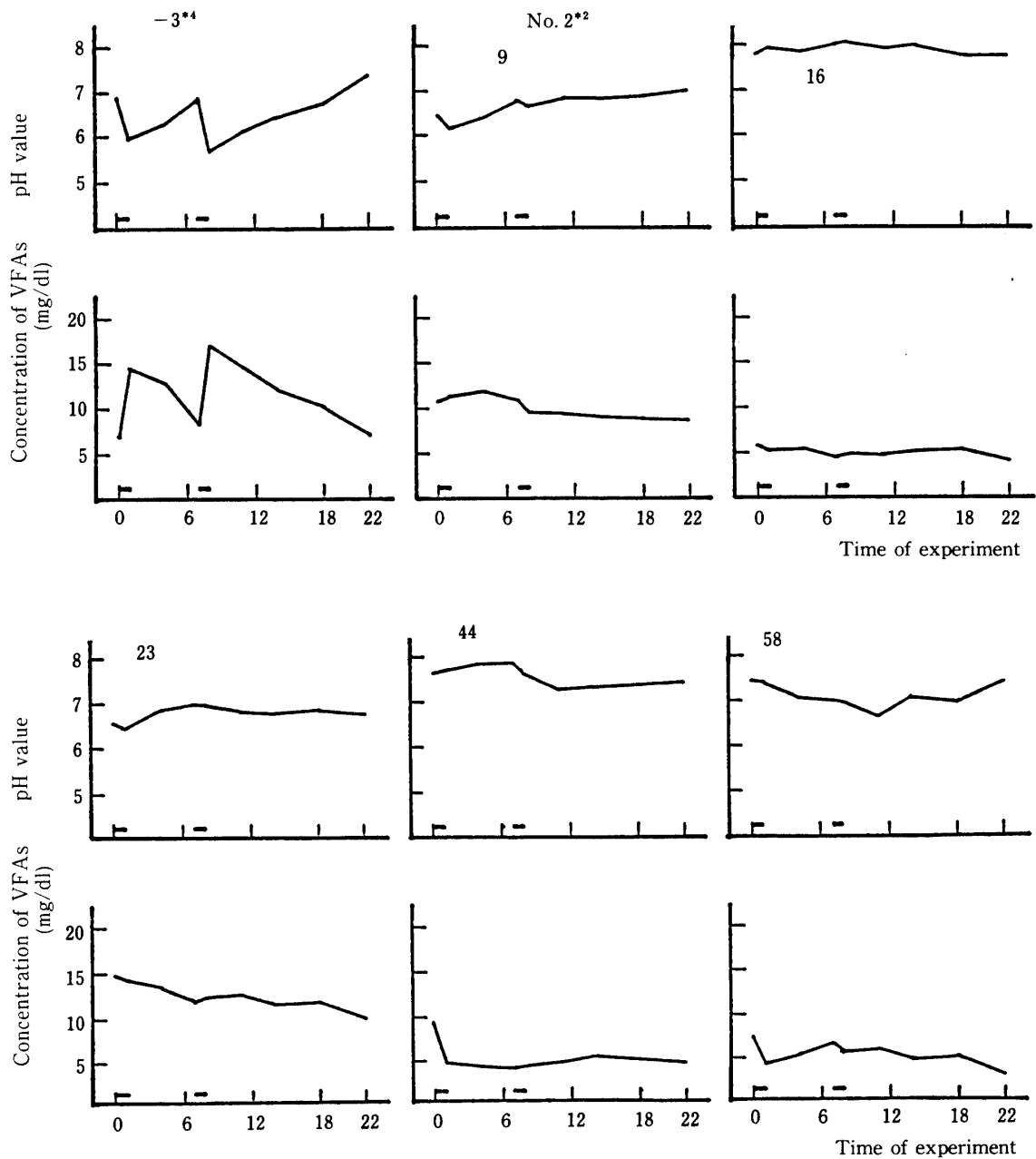


Fig. 7-2. Fluctuation all through day of pH and concentration of whole volatile fatty acids.

Upper figure : Fluctuation of pH.

Lower figure : Fluctuation of whole volatile fatty acids.

*1.*2.*3.*4 The same as Table 1.

A horizontal bar at day of experiment indicates time of feeding.

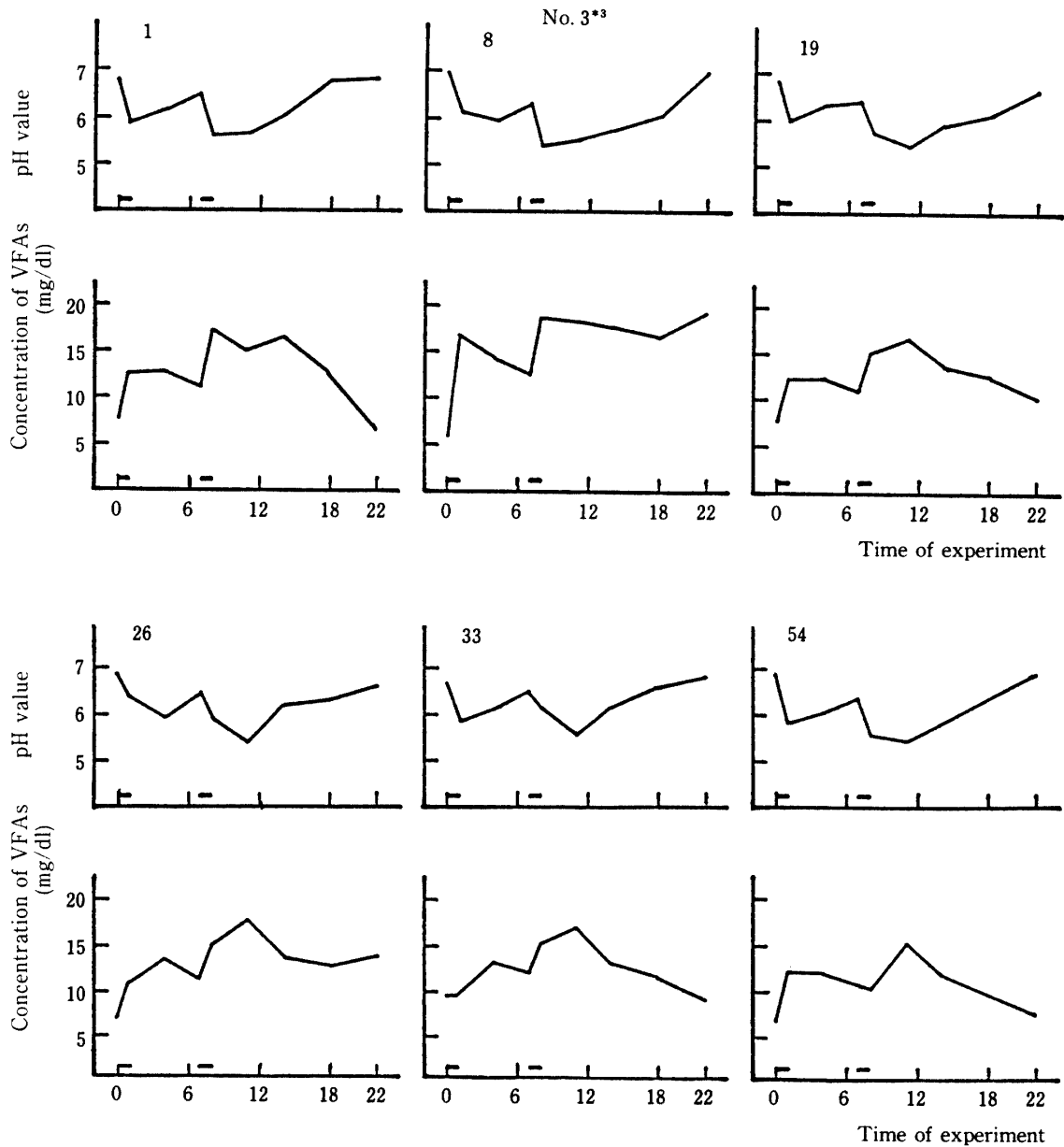


Fig. 7-3. Fluctuation all through day of pH and concentration of whole volatile fatty acids.

Upper figure : Fluctuation of pH.

Lower figure : Fluctuation of whole volatile fatty acids.

*1.*2.*3.*4 The same as Table 1.

A horizontal bar at day of experiment indicates time of feeding.

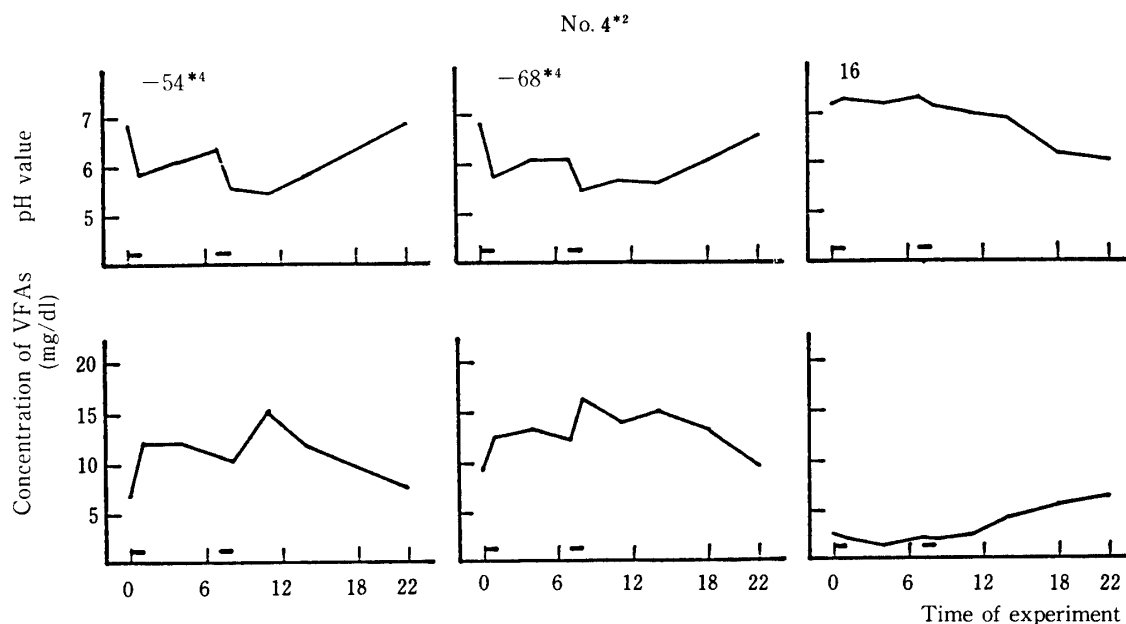


Fig. 7-4. Fluctuation all through day of pH and concentration of whole volatile fatty acids.
 Upper figure : Fluctuation of pH.
 Lower figure : Fluctuation of whole volatile fatty acids.
 *1, *2, *3, *4 The same as Table 1.
 A horizontal bar at day of experiment indicates time of feeding.

No. 3 : $r = -0.863$ ($p < 0.01$)). これに対して, ソテツ葉あるいはサイカシン投与例では, pH は 6.62 ~ 7.35 に上昇し, 2 峰性の日内変動は消失, 致死直前には負の相関も消失した [No. 1 : $r = -0.173$, No. 2 : $r = -0.266$ ($p < 0.05$)]. これらの成績は, 前報¹⁴⁾の報告と一致する. ソテツ葉あるいはサイカシン投与による pH の変化は, 第一胃内における VFAs 生成能に起因していると考えられる.

4. 病理学的所見

ソテツ葉あるいはサイカシン投与開始後, No. 1 は 45 日目, No. 2 は 70 日目, No. 4 は 30 日目に剖検した.

3 例とも被毛粗剛で光沢を欠き, 削瘦がみられ, 可視粘膜は蒼白であったが, No. 1 では黄疸の徴候を呈していた.

fistula 装着部は, 全例で第一胃と腹膜, 腹筋は, 完全に癒着し, 腹腔内への漏出はなかったが, 皮膚や第一胃壁に fistula 装着により生じたとみられる軽度の創傷がみられた.

肝臓は, No. 1 では淡黄褐色を呈し, やや硬く, 小葉像は明瞭であった. No. 2 は淡紅色で, かなり充実感があり, 表面に粗大な白色顆粒が多数みられ, 小葉像は明瞭であった. No. 4 は赤褐色で, 方形葉

を中心に, 剖面で限局性の白色変性部が認められ, 包膜下に点状出血部がみられた. また, 小葉像は明瞭であった.

腎臓は, No. 1 で表面に腿色斑が散在し, 剖面の皮質・髓質境界まで半月状に及んでいた. また, No. 2 では皮質の腫脹がみられた.

3 例とも, 消化管は, 胃, 腸の内容物量は少なく, また, No. 1 の第一胃に双口吸虫, 第四胃に捻転胃虫の少数寄生を認めた. その他の腹腔臓器には, 特記すべき変状は認めなかった.

胸腔臓器では, No. 1, No. 2 に心膜水の増量がみられた. 肺は, No. 1 で左右前葉の辺縁に気腫部を認め, No. 4 で左後葉背側包膜下に鶏卵大の気腫を認めた.

脊髄については, No. 1 で, 頭部と頸部の離断面, 頸髄の側索と背索との境界部に, 半透明のゼリー状化した細い縦裂隙を両側性に認めた. No. 2 では, 同部位に微小な不整形の空隙が存在した. No. 4 では, 同部位に透明感のある線条の裂隙を認めた. なお, 脳には肉眼的変状は認められなかった.

以上の結果から, ソテツ葉ならびにサイカシン投与によると思われる変状は, 黄疸, 肝臓の萎縮, 硬化, 変性などであった.

要 約

ソテツ葉ならびにその有毒配糖体サイカシンの、反芻動物の消化作用、特に第一胃内消化に及ぼす影響を知る目的で、rumen fistula を装着した山羊を用いて、ソテツ葉あるいはサイカシン投与後に起こる第一胃内容物中の揮発性脂肪酸 (VFAs) の動態を検索した。また、臨床的、血液学的、血液生化学及び病理学的検索を併せ行った。

ソテツ葉あるいはサイカシンの投与は、VFAs 構成成分の種類には影響を及ぼさなかったが、VFAs 総濃度を顕著に低下させ、加えて VFAs 総濃度の2峰性日内変動性を消失させた。また、朝の給飼前におけるプロピオン酸と正酪酸の濃度比を逆転させた。そして、VFAs 総濃度の低下に伴って、第一胃内容物の pH は上昇し、投与前に、両者間にみられた負の相関が消失した。血液生化学的には、GOT と γ -GTP が著しく上昇し、肝臓における病変の程度と一致した。

以上の結果から、ソテツ葉あるいはサイカシンの投与は、山羊の第一胃内炭水化物代謝機構に、極めて抑制的に作用することが示された。

謝辞 稿を終るに臨み、本研究の遂行にあたり、終始ご懇篤なご指導とご鞭撻を賜った鹿児島大学農学部農芸化学科田寺謙次郎博士、八木史郎博士、同畜産学科萬田正治博士、同獣医学科清水孜博士、坂本紘博士、安田宣紘博士に深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 天久勇市・花城康清・平安名盛巳・上地正徳・知花 健・宜野座金次郎：ソテツ葉給与牛の血清性状の変動。沖縄県家畜衛生試験場，第18号，37-50 (1982)
- 2) 天久勇市・千葉好夫・花城康清：牛のソテツ中毒に関する研究(2)ソテツ葉給与中における病理学的検索。沖縄県家畜衛生試験場年報，第21号，24-31 (1985)
- 3) 天久勇市・千葉好夫：牛のソテツ中毒に関する研究(3)ソテツ葉給与牛における出血性素因の試験。沖縄県家畜衛生試験場年報，第22号，47-57 (1986)
- 4) Anderson, J. L. and Hall, W. T. K. : Neurotoxic effects from cycad leaves. *Fed. Proc.*, **23**, 1349 (1957)
- 5) Hall, W. T. K. : Toxicity of the leaves of *Macrozamia* spp. for cattle *Queensland J. Agr. Sci.*, **14**, 41-52 (1957)
- 6) Hall, W. T. K. and McGavin, M. D. : Clinical and neuropathological changes in cattle eating the leaves of *Macrozamia lucida* or *Bowenia serrulata* (Family *Zamiaceae*). *Path. Vet.*, **5**, 26-34 (1968)
- 7) Hooper, P. T., Best, S. M. and Cambel, A. : Axonal dystrophy in the spinal cords of cattle consuming the cycad palm, *Cycas media*. *Aust. Vet. J.*, **50**, 146-149 (1974)
- 8) Hooper, P. T. : Cycad poisoning in Australia-etiology and pathology. in Keeler, Van Kampen, K. R. and James, L. F. (eds) *Effects of poisonous plants on livestock*, 337-347, Academic Press Inc., New York (1978)
- 9) 五十嵐幸男：ルーメンの検査，中村良一・米村寿男・須藤恒二編，牛の臨床検査法，1，6-4-11，農山漁村文化協会，東京 (1973)
- 10) Jones, T. C. and Hunt, R. D. : Diseased due to extraneous poisons. *Veterinary Pathology*, 1015-1016, Lea & Febiger, Philadelphia (1983)
- 11) 小林 昭・Matsumoto, H. : Cycasin に関する生化学的研究・第3報，Aglycone, Methylazoxymethanol 単離とその生物学的・化学的性質，鹿大農学術報告，No. 16, 1-10 (1965)
- 12) 又吉栄忠・平安名盛巳・本永博一・知花 健・上里宣治・玉城尚武・玉城賢三・外間善一郎：沖縄県の放牧場に多発する“いわゆる”牛の後軀障害(仮称牛の腰フラ病)の原因調査について。沖縄県家畜衛生試験場年報，第15号，39-45 (1978)
- 13) 小林 昭・田寺謙次郎・八木史郎・河野猪三郎・坂本司・安田宣紘：放牧牛のソテツ中毒に関する研究・沖縄県における発生状況，生物化学および病理学的検索。鹿大農学術報告，No. 34, 119-129 (1984)
- 14) 長野慶一郎・廣瀬武久：ソテツ葉給与山羊における第一胃内容物の揮発性脂肪酸について。鹿大農学術報告，No. 39, 131-139 (1989)
- 15) Nishida, K., Kobayashi, A. and Nagahama, T. : Studies on cycas in, a new toxic glucoside, of *Cycas revoluta* Thunb. Part 1. Isolation and structure of Cycasin. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, **19**, 77-84 (1955)
- 16) 西田孝太郎・小林 昭・永濱伴紀・小島喜久男・山根 実：日本産ソテツの一有毒配糖体 Cycasin に関する研究 (第4報) Cycasin の薬理。生化学，**28**, 218-223 (1956)
- 17) Shimizu, T., Yasuda, N., Kono, I., Yagi, F., Tadera, K. and Kobayashi, A. : Hepatic and spinal lesions in goats chronically intoxicated with cycasin. *Jpn. J. Vet. Sci.*, **48**, 1291-1295 (1986)
- 18) 須藤恒二：ルーメンの検査，中村良一・米村寿男・須藤恒二編，牛の臨床検査法，1，6-39-42，農山漁村文化協会，東京 (1973)
- 19) 植村定治郎・須藤恒二・藤井義昭・遠藤 明・新井哲治・古坂澄石・扇元敬司：反芻獣第一胃微生物とその活性に関する生態的研究Ⅱ。山羊第一胃内の細菌数；遊離 B 群ビタミン類含量の日周期変動性。日畜会報，**32**, 344-349 (1961)
- 20) 安田宣紘・河野猪三郎・清水 孜・小林 昭・田寺謙次郎・八木史郎：放牧牛のソテツ中毒に関する研究。脊髄における病変とその分布について。鹿大農学術報告，No. 34, 131-137 (1984)
- 21) 安田宣紘・河野猪三郎・清水 孜：牛の実験的ソテツ中毒に関する病理学的研究。鹿大農学術報告，No. 35, 171-178 (1985)

Summary

The present study was carried out in order to ascertain the effects coming from the continuous ingestion of cycad leaves (*Cycad revoluta* Thunb.) or cycasin as an alkylating agent, on to the rumen-digestion-process of ruminant, especially on to the rumen-digestion mechanism of it.

Three adult goats were installed with the rumen-fistula, and were administered the cycad leaves or cycasin, and the rumen-juice was gathered through the rumen fistula.

The fluctuation of volatile fatty acids (VFAs) in the rumen-contents were analyzed by gas chromatography; while a clinical observation, clinical and biochemical examinations were performed on the blood, pathological references being carried out, simultaneously.

The results obtained are summarized as follows.

No significant effect was to be brought forth on formation of demarcation in VFAs by the administration of cycad leaves or cycasin; however, the whole VFAs concentrations showed a considerable decreasing tendency; and furthermore the two-peak-through-day fluctuations were put to disappearance.

In the morning (prior to feeding, at 9 a.m.) the concentration ratio between propionic acid and normal butyric acid was put into reversion.

In accordance with the lowering of the whole VFAs concentration, the pH values of rumen-contents showed an ascension, accompanied by a disappearance of VFAs concentration and pH value in correlative coefficient.

Blood-biochemically, a marked increasing in serum GOT and γ -GTP was observed, and this was more or less equivalent to the pathological changes in the liver.

The above-mentioned results showed that rumen digestive mechanism of carbohydrate in goats was markedly and inhibitory influenced by the administration of the leaves of cycad or cycasin.